

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-318362

(43)公開日 平成9年(1997)12月12日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C 19/56		9402-2F	G 0 1 C 19/56	
G 0 1 P 9/04			G 0 1 P 9/04	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平8-137023

(22)出願日 平成8年(1996)5月30日

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(71)出願人 000235576

樋口 俊郎

神奈川県横浜市都筑区荏田東三丁目4番26号

号

(72)発明者 湯川 和彦

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 弁理士 小谷 悦司 (外3名)

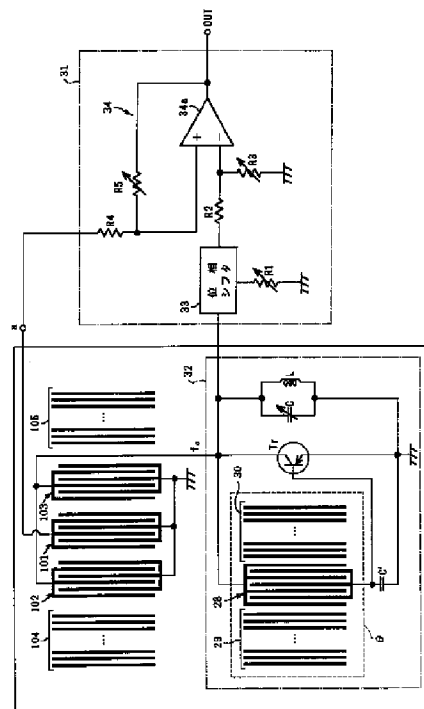
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 弾性表面波ジャイロスコープ

(57)【要約】

【課題】 検出精度を低下させることなく検出用 I D T 等の位置精度を軽減する。

【解決手段】 圧電基板 1 0 0 の表面中央にコリオリ力を検出する I D T 1 0 1、その両側に弾性表面波を発生する I D T 1 0 2、1 0 3、更にその両側に反射器対 1 0 4、1 0 5 が一列に配列されている。I D T 1 0 1 の検出信号は検出回路 3 1 の差動アンプ 3 4 の+端子に入力されている。圧電基板上に弾性表面波共振器 9 を用いた高周波発振器 3 2 が構成され、その出力は I D T 1 0 2、1 0 3 と検出回路 3 1 の位相シフタ 3 3 とに入力されている。位相シフタ 3 3 は I D T 1 0 1 と I D T 1 0 2、1 0 3 間の距離に基づく位相を補正して振動源である弾性表面波に起因する検出信号成分に相当する信号を生成する。差動アンプ 3 4 により I D T 1 0 1 の検出信号から弾性表面波に起因する信号成分を除去し、コリオリ力に起因する検出信号成分のみが検出される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板と、上記圧電基板の表面に形成され、圧電効果により電圧変換されたコリオリ力を検出する検出用電極と、上記検出用電極の両外側に形成され、弾性表面波を発生させる一対の駆動用電極と、上記一対の駆動用電極の両外側に形成され、上記弾性表面波を上記検出用電極側に反射する一対の反射器用電極と、上記駆動用電極に印加される高周波を生成する高周波生成手段と、圧電効果により電圧変換された上記弾性表面波に基づく振動に相当する信号を生成する信号生成手段と、上記検出用電極からの検出信号と上記信号生成手段からの出力信号との差信号を出力する信号出力手段とを備えたことを特徴とする弾性表面波ジャイロスコープ。

【請求項 2】 圧電基板と、上記圧電基板表面に形成され、第 1 の弾性表面波を発生させるべく第 1 の高周波が印加される第 1 の駆動用電極と、上記圧電基板表面に形成され、上記第 1 の弾性表面波と異なる周波数を有する第 2 の弾性表面波を発生させるべく第 2 の高周波が印加される第 2 の駆動用電極と、上記第 1 の高周波を生成する第 1 の高周波生成手段と、上記第 2 の高周波を生成する第 2 の高周波生成手段と、上記第 1 の弾性表面波の定在波を発生させるべく上記第 1 及び第 2 の駆動用電極の両外側に形成され、上記第 1 の弾性表面波を第 1 の駆動用電極側に反射する一対の第 1 の反射器用電極と、上記第 2 の弾性表面波の定在波を発生させるべく上記第 1 及び第 2 の駆動用電極の両外側に形成され、上記第 2 の弾性表面波を第 2 の駆動用電極側に反射する一対の第 2 の反射器用電極と、第 1 の弾性表面波と第 2 の弾性表面波との干渉波と圧電基板の回転運動との相互作用により発生するコリオリ力に基づく第 3 の弾性表面波を定在波にするべく上記第 1 及び第 2 の駆動用電極の両外側に形成され、上記第 3 の弾性表面波を第 1 及び第 2 の駆動用電極側に反射する一対の第 3 の反射器用電極と、上記第 1 及び第 2 の駆動用電極間に形成され、圧電効果により上記コリオリ力に起因する歪に応じて発生する電気信号を検出する検出用電極と、圧電効果により電圧変換された上記第 3 の弾性表面に基づく振動に相当する信号を生成する信号生成手段と、上記検出用電極からの検出信号と上記信号生成手段からの出力信号との差信号を出力する信号出力手段とを備えたことを特徴とする弾性表面波ジャイロスコープ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、圧電基板の弾性表面波による表面振動と圧電基板の回転運動との相互作用により基板表面に発生するコリオリ力を圧電効果により電圧に変換して検出する弾性表面波ジャイロスコープに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、例えば特開平 6-281465 号

公報に示されるように、弾性表面波を用いたジャイロスコープが提案されている。

【0003】 上記公報には、圧電基板の一方表面に、コリオリ力を検出する 1 個のインターデジタル型トランスデューサ（以下、検出用 I D T（Inter-Digital Transducer）という。）を挟んで同一周波数の弾性表面波を発生する一対の I D T（以下、駆動用 I D T という。）とこの駆動用 I D T の外側に弾性表面波を検出用 I D T 側に反射する一対の反射器とを相互に所定の位置関係で形成してなる構成を有する弾性表面波ジャイロスコープが示されている。

【0004】 図 21 は、上記弾性表面波ジャイロスコープの圧電基板表面に形成された検出用 I D T、一対の駆動用 I D T 及び一対の反射器を示す図である。

【0005】 圧電基板 100 の表面に形成された検出用 I D T 101 及び駆動用 I D T 102、103 の櫛形電極 D1、D2 間の距離 d_1 、 d_2 は、同一ピッチ（弾性表面波の波長 λ の $1/2$ ）を有している。また、反射器 104、105 は、100 本の線状電極 D3 を所定ピッチ（略 $\lambda/2$ のピッチ）で配列してなるグレーティング放射器からなる。

【0006】 圧電基板 100 は、各駆動用 I D T 102、103 によりそれぞれ両側から外方向に進行する弾性表面波を発生させ、この弾性表面波を反射器 104、105 により検出用 I D T 101 側に反射させることで、反射器 104、105 間に弾性表面波の定在波が生じるようになっている。検出用 I D T 101 は、各櫛形電極 D1、D2 がこの弾性表面波（定在波）の節の位置となる所定位置に形成されている。

【0007】 上記弾性表面波ジャイロスコープは、圧電基板 100 の表面に弾性表面波の定在波を発生させた状態で、この圧電基板 100 が回転運動を行なうと、弾性表面波による振動方向に対して垂直方向にこの弾性表面波と 90° 位相のずれたコリオリ力による弾性表面波（定在波）が発生するので、検出用 I D T 101 から圧電効果により変換されたこの弾性表面波の振動に対応する電圧が検出されるようになっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、弾性表面波ジャイロスコープは、検出用 I D T 101 をその櫛形電極 D1、D2 が弾性表面波の定在波の節の位置となる所定位置に配置することにより弾性表面波と分離してコリオリ力のみを検出するようにしているので、検出精度が検出用 I D T 101、駆動用 I D T 102、103 及び反射器 104、105 の相互の位置関係の精度に依存し、高精度の弾性表面波ジャイロスコープの製作が困難である。

【0009】 すなわち、駆動用 I D T 102、103 と検出用 I D T 101 との空間的な位相差が正確に 90° になっていなければ、検出用 I D T 101 で検出される

信号に駆動用 102, 103 により発生した弾性表面波に起因する信号成分が含まれ、検出誤差の要因となる。

【0010】その一方、検出用 IDT 101, 駆動用 IDT 102, 103 及び反射器 104, 105 の形成位置の精度は、圧電基板表面への電極形成技術に依存し、精度向上には一定の限界がある。

【0011】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、検出精度を低下させることなく検出用 IDT 等の位置精度の軽減が可能な弾性表面波ジャイロスコープを提供するものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、圧電基板と、上記圧電基板の表面に形成され、圧電効果により電圧変換されたコリオリ力を検出する検出用電極と、上記検出用電極の両外側に形成され、弾性表面波を発生させる一対の駆動用電極と、上記一対の駆動用電極の両外側に形成され、上記弾性表面波を上記検出用電極側に反射する一対の反射器用電極と、上記駆動用電極に印加される高周波を生成する高周波生成手段と、圧電効果により電圧変換された上記弾性表面波に基づく振動に相当する信号を生成する信号生成手段と、上記検出用電極からの検出信号と上記信号生成手段からの出力信号との差信号を出力する信号出力手段とを備えたものである（請求項 1）。

【0013】上記構成によれば、一対の駆動用電極にそれぞれ周波数 f_0 の高周波を印加すると、逆圧電効果により基板表面に周波数 f_0 で振動する弾性表面波が発生し、この弾性表面波は各駆動用電極の両外側に伝播する。

【0014】弾性表面波は、それぞれ反射器用電極に伝播され、この反射器用電極対で検出用電極側に反射されて一対の反射器用電極間に弾性表面波の定在波が発生する。

【0015】そして、上記弾性表面波の定在波により基板表面が振動している状態で、圧電基板が回転運動を行なうと、弾性表面波の波面と直交する面内にこの弾性表面波と 90° 位相のずれたコリオリ力に基づく周波数 f_0 の弾性表面波が発生する。検出用電極はコリオリ力に基づく弾性表面波の定在波に対して所定の関係位置に設けられ、圧電効果によりコリオリ力に起因する歪に応じて発生する電気信号が検出用電極から検出される。

【0016】一方、駆動用電極により発生された弾性表面波に起因する歪を圧電効果により変換してなる信号に相当する信号が生成され、この信号と検出信号との差信号がコリオリ力の検出信号として出力される。すなわち、検出用電極での検出信号に含まれる振動源の弾性表面波に対応する信号成分を除去し、コリオリ力に対応する信号成分のみが出力される。

【0017】また、本発明は、圧電基板と、上記圧電基板表面に形成され、第 1 の弾性表面波を発生させるべく

第 1 の高周波が印加される第 1 の駆動用電極と、上記圧電基板表面に形成され、上記第 1 の弾性表面波と異なる周波数を有する第 2 の弾性表面波を発生させるべく第 2 の高周波が印加される第 2 の駆動用電極と、上記第 1 の高周波を生成する第 1 の高周波生成手段と、上記第 2 の高周波を生成する第 2 の高周波生成手段と、上記第 1 の弾性表面波の定在波を発生させるべく上記第 1 及び第 2 の駆動用電極の両外側に形成され、上記第 1 の弾性表面波を第 1 の駆動用電極側に反射する一対の第 1 の反射器用電極と、上記第 2 の弾性表面波の定在波を発生させるべく上記第 1 及び第 2 の駆動用電極の両外側に形成され、上記第 2 の弾性表面波を第 2 の駆動用電極側に反射する一対の第 2 の反射器用電極と、第 1 の弾性表面波と第 2 の弾性表面波との干渉波と圧電基板の回転運動との相互作用により発生するコリオリ力に基づく第 3 の弾性表面波を定在波にするべく上記第 1 及び第 2 の駆動用電極の両外側に形成され、上記第 3 の弾性表面波を第 1 及び第 2 の駆動用電極側に反射する一対の第 3 の反射器用電極と、上記第 1 及び第 2 の駆動用電極間に形成され、圧電効果により上記コリオリ力に起因する歪に応じて発生する電気信号を検出する検出用電極と、圧電効果により電圧変換された上記第 3 の弾性表面波に基づく振動に相当する信号を生成する信号生成手段と、上記検出用電極からの検出信号と上記信号生成手段からの出力信号との差信号を出力する信号出力手段とを備えたものである（請求項 2）。

【0018】上記構成によれば、第 1 の駆動用電極に、例えば周波数 $f_H (= f_0 + \Delta f)$ の第 1 の高周波を印加すると、逆圧電効果により基板表面に周波数 f_H で振動する第 1 の弾性表面波が発生し、この第 1 の弾性表面波は第 1 の駆動用電極の両外側に伝播する。

【0019】また、第 2 の駆動用電極に、例えば周波数 $f_L (= f_0 - \Delta f)$ の第 2 の高周波を印加すると、逆圧電効果により基板表面に周波数 f_L で振動する第 2 の弾性表面波が発生し、この第 2 の弾性表面波は第 2 の駆動用電極の両外側に伝播する。

【0020】第 1 の弾性表面波は、検出用電極、第 2 の駆動用電極、第 2, 第 3 の反射器用電極で反射されることなく一対の第 1 の反射器用電極に伝播され、この第 1 の反射器用電極対で第 1 の駆動用電極側に反射されて一対の第 1 の反射器用電極間に第 1 の弾性表面波の定在波が発生する。

【0021】同様に、第 2 の弾性表面波は、検出用電極、第 1 の駆動用電極、第 1, 第 3 の反射器用電極で反射されることなく一対の第 2 の反射器用電極に伝播され、この第 2 の反射器用電極対で第 2 の駆動用電極側に反射されて一対の第 2 の反射器用電極間に第 2 の弾性表面波の定在波が発生する。

【0022】そして、第 1 の駆動用電極と第 2 の駆動用電極間には第 1, 第 2 の弾性表面波の干渉により周波数

f_0 の干渉波（弾性表面波）が発生し、この干渉波により基板表面が振動している状態で、圧電基板が回転運動を行なうと、干渉波の波面と直交する面内にこの干渉波と 90° 位相のずれたコリオリ力に基づく周波数 f_0 の第3の弾性表面波が発生する。

【0023】第3の弾性表面波は、第1、第2の駆動用電極で反射されることなく一対の第3の反射器用電極に伝播され、この第3の反射器用電極対で検出用電極側に反射されて一対の第3の反射器用電極間に第3の弾性表面波の定在波が発生する。

【0024】検出用電極は上記第3の弾性表面波の定在波に対して所定の関係位置に設けられ、圧電効果により上記第3の弾性表面波に起因する歪に応じて発生する電気信号が検出用電極から検出される。

【0025】一方、上記第3の弾性表面波に起因する歪を圧電効果により変換してなる信号に相当する信号が生成され、この信号と検出信号との差信号がコリオリ力の検出信号として出力される。すなわち、検出用電極での検出信号に含まれる振動源の第3の弾性表面波に対応する信号成分を除去し、コリオリ力に対応する信号成分のみが出力される。

【0026】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係る弾性表面波ジャイロスコープの構成図である。また、図2は、圧電基板に形成された電極構造を示す図である。

【0027】ジャイロスコープ1は、コリオリ力を検出する検出素子2と弾性表面波の駆動源である高周波発振器3、4とを備えている。

【0028】検出素子2は、長方形の圧電基板21を有するとともに、この一表面に、コリオリ力を検出するトランスジューサ22、周波数 $f_H (= f_0 + \Delta f [Hz])$ の弾性表面波を発生させるトランスジューサ23、周波数 $f_L (= f_0 - \Delta f [Hz])$ の弾性表面波を発生させるトランスジューサ24及び各一対の反射器25、25'（図1、「A」で示す。）、反射器26、26'（図1、「B」で示す。）、反射器27、27'（図1、「C」で示す。）からなるコリオリ力の検出部が形成されている。

【0029】トランスジューサ22～24及び反射器25、25'～27、27'は、圧電基板21の長手方向に一列に配列されている。コリオリ力検出用のトランスジューサ22は圧電基板21の略中央に配置され、このトランスジューサ22を挟むようにしてその左側に周波数 f_H の弾性表面波（以下、第1弾性表面波という。）発生用のトランスジューサ23が配置され、トランスジューサ22の右側に周波数 f_L の弾性表面波（以下、第2弾性表面波という。）発生用のトランスジューサ24が配置されている。更に、トランスジューサ24の外側に反射器27'、26'、25'が中央側からこの順に配置され、トランスジューサ23の外側に反射器27、

25、26が同じく中央側からこの順に配置されている。

【0030】高周波発振器3は、周波数 f_H の高周波を発生する発振器であり、高周波発振器4は、周波数 f_L の高周波を発生する発振器である。高周波発振器3、4は圧電基板21と同一素材からなる圧電基板上に構成された弾性表面波共振器を用いた弾性表面波発振器からなり、高周波発振器3の出力端子b-b'はトランスジューサ23に接続され、高周波発振器4の出力端子c-c'はトランスジューサ24に接続されている。

【0031】高周波発振器3、4は、例えば図3に示すB-Eピアース発振回路若しくは図4に示すC-Bピアース発振回路において、共振素子 θ を図5に示す弾性表面波共振器で構成することにより実現することができる。図5に示す弾性表面波共振器は、圧電基板21'上にインタデジタル形トランスジューサ（以下、IDTという。）28の両側に多数の線状電極Dを配列してなるグレーティング反射器（開放型グレーティング反射器）29、30を配置したものである。高周波発振器3の弾性表面波共振器の共振周波数は $(f_0 + \Delta f)$ に設定され、高周波発振器4の弾性表面波共振器の共振周波数は $(f_0 - \Delta f)$ に設定されている。

【0032】高周波発振器3、4は、水晶発振器その他のQの高い発振器を用いたものでもよいが、ジャイロスコープ1の温度特性の安定化を考慮する場合は、圧電基板21と同一の圧電部材で構成される弾性表面波共振器を用いた発振器で構成することが好ましい。

【0033】例えば電気機械結合係数 k^2 の大きい圧電基板21の素材として $LiNbO_3$ を使用した場合、その温度特性が70ppm程度あり、反射器25、25'～27、27'の共振帯域を、例えば5MHzとした場合、通常の使用条件である $-20^\circ C \sim 50^\circ C$ の温度範囲において、反射器25、25'～27、27'の共振特性が所定の共振帯域からはずれることがある。例えば反射器25、25'は、第1弾性表面波を反射して定在波を発生させるものであるが、温度変化により反射器25、25'の共振特性がドリフトし、十分な反射特性が得られなくなると、安定したレベルの第1弾性表面波の定在波を得ることができなくなる。このことは、反射器26、26'及び反射器27、27'についても同様である。

【0034】弾性表面波ジャイロスコープは、圧電基板を表面振動させた状態で圧電基板が回転運動した場合にこの表面振動と回転運動との相互作用により発生するコリオリ力を検出するもので、圧電基板の表面振動の周波数（すなわち、弾性表面波の周波数）の安定性も重要であるが、コリオリ力の検出感度の点では圧電基板の表面振動の振幅がより重要である。

【0035】このため、本実施の形態では、高周波発振器3、4の発振素子をジャイロスコープ1と同一の圧電

部材からなる弾性表面波共振器で構成し、反射器 25, 25', 26, 26' の共振特性のドリフトに応じて高周波発振路 3, 4 の発振特性をドリフトさせることにより第 1, 第 2 弾性表面波の定在波の安定化を図るようにしている。

【0036】本実施の形態では、高周波発振器 3 の弾性表面波共振器 θ の共振周波数が温度変化により $(f_0 + \Delta f)$ から $(f_0 + \Delta f + \Delta f_t)$ にドリフトし、発振周波数が変動した場合、反射器 25, 25' の共振周波数（すなわち、反射周波数）も $(f_0 + \Delta f)$ から $(f_0 + \Delta f + \Delta f_t)$ にドリフトするから、圧電基板 21 の基板表面に発生させた第 1 弾性表面波の周波数が変動した場合にも第 1 弾性表面波が反射器 25, 25' で好適に反射され、第 1 弾性表面波（定在波）の振幅の温度変化に対する安定化が図られる。同様に、高周波発振路 4 の弾性表面波共振器 θ の共振周波数が温度変化により $(f_0 - \Delta f)$ から $(f_0 - \Delta f + \Delta f_t)$ にドリフトし、発振周波変動した場合、反射器 26, 26' の共振周波数も $(f_0 - \Delta f)$ から $(f_0 - \Delta f + \Delta f_t)$ にドリフトするから、圧電基板 21 の基板表面に発生させた第 2 弾性表面波の周波数が変動した場合にも第 2 弾性表面波が反射器 26, 26' で好適に反射され、第 2 弾性表面波（定在波）の振幅の温度変化に対する安定化が図られる。

【0037】従って、第 1, 第 2 弾性表面波の干渉波は、温度変化に対してその周波数は $(f_0 + \Delta f_t)$ に変動するが、その振幅変動は低減され、干渉波と圧電基板 21 の回転運動との相互作用により発生するコリオリ力の検出レベルの温度特性を向上させることができる。

【0038】なお、高周波発振器 3, 4 は、検出素子 2 と別個に構成してもよいが、好ましくは圧電基板 21 の基板上に弾性表面波共振器 θ を形成し、この基板上に構成するとよい。このようにすると、ジャイロスコープ 1 をコンパクトに構成することができる。

【0039】圧電基板 21 は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛 (PbTiO_3 , PbZrO_3)、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 等の圧電効果を有する部材からなる。トランスジューサ 22~24 は、圧電基板 21 の表面に互いに交叉した櫛形の電極 D1, D2 の薄膜を形成してなるインターデジタル形トランスジューサ (IDT) で構成されている。

【0040】弾性表面波の周波数はトランスジューサ 23, 24 の櫛形電極 D1, D2 のピッチ d で決定される。圧電基板 21 の振動源としての弾性表面波の周波数は適宜の周波数を選定することができ、小型化を考慮すると、高周波が好ましい。櫛形電極 D1, D2 の加工技術の面から数 GHz までの高周波を利用することも可能であるが、製造コスト等の別の要因から高周波化には一定の制約があり、通常、10~100 MHz の周波数が利用される。

【0041】第 1 弾性表面波発生用のトランスジューサ 23（以下、駆動用 IDT 23 という。）は、櫛形の電極 D1, D2 の電極間ピッチ d が第 1 弾性表面波の波長 $\lambda_H (=v_0/f_H, v_0$; 自由表面における伝播速度) に設定され、第 2 弾性表面波発生用のトランスジューサ 24（以下、駆動用 IDT 24 という。）は、櫛形の電極 D1, D2 の電極間ピッチ d が第 2 弾性表面波の波長 $\lambda_L (=v_0/f_L)$ に設定されている。駆動用 IDT 23, 24 は、図 6 に示すように、駆動用 IDT 23, 24 間に周波数 Δf の波数が N 個 (N は自然数) 生じ得る関係位置に形成されている。

【0042】コリオリ力検出用のトランスジューサ 22（以下、検出用 IDT 22 という。）は、櫛形の電極 D1, D2 の電極間ピッチ d が第 1 弾性表面波と第 2 弾性表面波との干渉により生じる周波数 f_0 の弾性表面波（以下、干渉波という。）の波長 $\lambda_0 (=v_0/f_0)$ に設定されている。また、検出用 IDT 22 は、後述するように駆動用 IDT 23 と駆動用 IDT 24 との間に発生する干渉波の定在波の節の位置に検出用 IDT 22 の各櫛形電極 D1, D2 が位置するように配置されている。

【0043】反射器 25, 25'、反射器 26, 26' 及び反射器 27, 27' は、多数本の線状電極 D3 を所定ピッチで配列してなる開放型グレーティング反射器からなる。

【0044】反射器 25, 25' は、第 1 弾性表面波を駆動用 IDT 23 側に反射し、反射器 25, 25' 間に第 1 弾性表面波の定在波を発生させるものである。反射器 25, 25' は、中心周波数が第 1 弾性表面波の周波数 $f_H (=f_0 + \Delta f)$ となるように、その電極間ピッチ $P1$ が第 1 弾性表面波の波長 λ_H の $1/2$ に設定され、帯域幅が $2\Delta f$ 未満となるように、線状電極 D3 の本数（本実施の形態では 100 本）が設定されている。反射器 25 の反射帯域は $f_H \pm \Delta f$ ($f_0 \sim f_0 + 2\Delta f$) であるから、駆動用 IDT 24 からの第 2 弾性表面波（周波数 $f_L = f_0 - \Delta f$ ）は反射器 25 で反射されことなく透過し、反射器 26 に伝播するようになっている。

【0045】反射器 25, 25' は、第 1 弾性表面波を効率よく反射し得るように、駆動用 IDT 23 に対して所定の関係位置に形成されている。

【0046】反射器と駆動用 IDT との間隔を、図 7 に示すように、反射器の最も駆動用 IDT 側に位置する線状電極 D_{ref} の中心と駆動用 IDT の最も反射器側に位置する櫛形電極 D_{drv} の中心間の距離 L とすると、一般に開放型の反射器の場合、反射器は、この間隔 L が $L = (k + 1/4) \cdot \lambda/2$ ($k = 1, 2, 3, \dots$) を満足する関係位置に形成される。なお、上式は、弾性表面波の伝播媒質が均一の場合のもので、伝播経路上に異なる伝播媒質の部分がある場合は、この部分での波長（あるいは伝播速度）が変化するので、その部分の距離を補正

する必要がある。

【0047】本実施の形態では、例えば駆動用IDT23に対する反射器25の位置の場合、駆動用IDT23と反射器25間に反射器27が形成されているので、反射器27の区間の距離を補正する必要があり、反射器25は、駆動用IDT23に対して以下に説明する間隔 L' の条件式を満足する位置に配置されている。

【0048】上記間隔 L の条件式は、金属被膜が形成されていない自由表面における弾性表面波の波長 λ を基準に決定されている。図8に示すように、弾性表面波 W は、基板21の表面に反射器等の金属被膜 D が形成されている部分では自由表面に比して伝播速度が遅くなり、見かけ上金属被膜形成部分での波長 λ' が自由表面での波長 λ より短くなる。

【0049】今、波長短縮率を K とすると、自由表面で q 波長分の距離 $q \cdot \lambda$ は、金属被膜形成表面では $K \cdot q \cdot \lambda$ に短縮される。反射器25と駆動用IDT23間に反射器27が形成されていないと仮定した場合の間隔 L

$$L' = (k + 1/4) \cdot v_0 / (2 \cdot f_0) - m \cdot (v_0 - v_m) / (2 \cdot f_0) \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

【0052】例えば圧電材料として LiNbO_3 128°X-Yを用いた場合、自由表面における弾性表面波の速度 v_0 は 3960 m/s 、金属被膜形成部分での弾性表面波の速度 v_m はおおよそ 3920 m/s であるので、 $f_0 = 60\text{ MHz}$ 、 $\Delta f = 5\text{ MHz}$ 、 $k = 113$ 、 $m = 100$ とすると、駆動用IDT23と反射器25の間隔 L' は、 $3424.05\text{ }\mu\text{m}$ ($= 113.5 \times 3960 / 130 - 100 \times 40 / 120$)となる。

【0053】なお、反射器25'についても反射器25と同様に、検出用IDT22、駆動用IDT24及び反射器27'、26'における波長短縮を考慮した駆動用IDT23と反射器25'間の間隔 L'' の条件式を満足するように、駆動用IDT23に対する所定位置に形成されている。

【0054】反射器26、26'は、第2弾性表面波を駆動用IDT24側に反射し、反射器26、26'間に第2弾性表面波の定在波を発生させるものである。反射器26、26'は、中心周波数が第2弾性表面波の周波数 $f_L (= f_0 - \Delta f)$ となるように、その電極間ピッチ P_2 が第2弾性表面波の波長 λ_L の $1/2$ に設定され、帯域幅が $2\Delta f$ 未満となるように、線状電極 D_3 の本数（本実施の形態では100本）が設定されている。反射器26'の反射帯域は $f_L \pm \Delta f$ ($f_0 - 2\Delta f \sim f_0$)であるから、駆動用IDT24からの第1弾性表面波（周波数 $f_H = f_0 + \Delta f$ ）は反射器26'で反射されることなく透過し、反射器25'に伝播する。

【0055】なお、反射器26は、検出用IDT22、駆動用IDT23及び反射器27、25における波長短縮を考慮した駆動用IDT24と反射器26間の間隔の所定の条件式を満足するように、駆動用IDT24に対する所定位置に形成され、反射器26'は、反射器2

1の条件式は、上述のように、 $L_1 = (k + 1/4) \cdot \lambda_H / 2$ 、 $k = 1, 2, 3, \dots$ 、 $\lambda_H = v_0 / f_H$ となる。この間隔 L_1 の内、 r 波長分の部分が反射器27で構成されるとすると、反射器27の部分の距離 L_2 は、 $K \cdot r \cdot \lambda_0$ となり、自由表面の場合に比して $(1 - K) \cdot r \cdot \lambda_0$ だけ短くなることになる。

【0050】従って、反射器27が存在するときの駆動用IDT23と反射器25間の満足すべき間隔 L' の条件式は、 $L' = L_1 - (1 - K) \cdot r \cdot \lambda_0$ となる。

今、反射器27の線状電極 D_3 の本数を m 、反射器27の部分での弾性表面波の伝播速度を v_m とすると、 $m = 2r$ 、 $K = \lambda_m / \lambda_0 = v_m / v_0$ であるから、 $(1 - K) \cdot r \cdot \lambda_0 = (1 - v_m / v_0) \cdot (m / 2) \cdot (v_0 / f_0) = m \cdot (v_0 - v_m) / (2 \cdot f_0)$ となり、 L' は下記①式のようになる。

【0051】

【数1】

7'における波長短縮を考慮した駆動用IDT24と反射器26'間の間隔の所定の条件式を満足するように、駆動用IDT24に対する所定位置に形成されている。

【0056】反射器27、27'は、第3弾性表面波を検出用IDT22側に反射し、反射器27、27'間に第2弾性表面波の定在波を発生させるものである。反射器27、27'は、中心周波数が第3弾性表面波の周波数 f_0 となるように、その電極間ピッチ P_3 が第3弾性表面波の波長 λ_0 の $1/2$ に設定され、帯域幅が $2\Delta f$ 未満となるように、線状電極 D_3 の本数（本実施の形態では100本）が設定されている。

【0057】反射器27、27'の反射帯域は $f_0 \pm \Delta f$ ($f_0 - \Delta f \sim f_0 + \Delta f$)であるから、駆動用IDT23からの第1弾性表面波（周波数 $f_H = f_0 + \Delta f$ ）及び駆動用IDT24からの第2弾性表面波（周波数 $f_H = f_0 - \Delta f$ ）は反射器27、27'で反射されることなく透過し、それぞれ反射器25、25'、26、26'側に伝播する。

【0058】なお、反射器27は、駆動用IDT23における波長短縮を考慮した駆動用IDT22と反射器27間の間隔の所定の条件式を満足するように、駆動用IDT22に対する所定位置に形成され、反射器27'は、駆動用IDT24における波長短縮を考慮した駆動用IDT22と反射器27'間の間隔の所定の条件式を満足するように、駆動用IDT22に対する所定位置に形成されている。

【0059】上記構成において、駆動用IDT23、24にそれぞれ周波数 f_H 、 f_L の高周波を印加すると、圧電基板21の逆圧電効果により、基板表面が変位し、第1弾性表面波と第2弾性表面波が発生する。例えばレイリー波の場合、この波は基板表面に垂直な方向と進行方

向とに変位成分を有し、圧電基板 21 の表面における各粒子は、図 9 に示すように、進行方向に対して逆回転する楕円軌道を描いて変位している。この楕円軌道の大きさは、圧電基板 21 の深さ方向に小さくなっており、レイリー波のエネルギーの大部分は、深さ方向の 1 波長以内に集中しているので、レイリー波は表面波となって進行する。

【0060】駆動用 IDT 23 で発生された第 1 弾性表面波は、駆動用 IDT 23 の両側から圧電基板 21 の長手方向に伝播される。

【0061】図 1 において、駆動用 IDT 23 から右方向に伝播される第 1 弾性表面波は、検出用 IDT 22、駆動用 IDT 24 及び反射器 27'、26'、25' が形成された基板表面上を伝播するが、検出用 IDT 22、駆動用 IDT 24 及び反射器 27'、26' は第 1 弾性表面波の周波数帯域と異なる周波数帯域に反射帯域を有し、反射器 25' は第 1 弾性表面波の周波数帯域に反射帯域を有しているため、これらの IDT 22、23 及び反射器 27'、26' では駆動用 IDT 23 側に反射されることなく反射器 25' 側に伝播し、この反射器 25' で駆動用 IDT 23 側に反射される。

【0062】また、駆動用 IDT 23 から左方向に伝播される第 1 弾性表面波は、反射器 27、25 が形成された基板表面上を伝播するが、反射器 27 は第 1 弾性表面波の周波数帯域と異なる周波数帯域に反射帯域を有し、反射器 25 は第 1 弾性表面波の周波数帯域に反射帯域を有しているため、反射器 27 では駆動用 IDT 23 側に反射されることなく反射器 25 に伝播し、この反射器 25 で駆動用 IDT 23 側に反射される。

【0063】そして、反射器 25、25' 間の間隔は第 1 弾性表面波の波長 λ_H の整数倍となる所定の間隔に設定されているため、図 10 に示すように、駆動用 IDT 23 からの第 1 弾性表面波の進行波と反射器 25、25' で反射された第 1 弾性表面波の反射波との干渉により反射器 25、25' 間に周波数 $f_H (= f_0 + \Delta f)$ の定在波が発生する。

【0064】また、駆動用 IDT 24 で発生された第 2 弾性表面波も駆動用 IDT 24 の両側から圧電基板 21 の長手方向に伝播される。

【0065】図 1 において、駆動用 IDT 24 から右方向に伝播される第 2 弾性表面波は、反射器 27'、26' が形成された基板表面上を伝播するが、反射器 27' は第 2 弾性表面波の周波数帯域と異なる周波数帯域に反射帯域を有し、反射器 26' は第 2 弾性表面波の周波数帯域に反射帯域を有するので、反射器 27' では駆動用 IDT 24 側に反射されることなく反射器 26' に伝播し、この反射器 26' で駆動用 IDT 24 側に反射される。

【0066】また、駆動用 IDT 24 から左方向に伝播される第 1 弾性表面波は、検出用 IDT 22、駆動用 IDT 23、反射器 27、25、26 が形成された基板表面上を伝播するが、検出用 IDT 22、駆動用 IDT 23 及び反射器 27、25 は第 2 弾性表面波の周波数帯域と異なる周波数帯域に反射帯域を有し、反射器 26 は第 2 弾性表面波の周波数帯域に反射帯域を有するので、これらの IDT 22、23 及び反射器 27、25 では駆動用 IDT 24 側に反射されることなく反射器 26 に伝播し、反射器 26 で駆動用 IDT 24 側に反射される。

【0067】そして、反射器 26、26' 間の間隔は第 2 弾性表面波の波長 λ_L の整数倍となる所定の間隔に設定されているため、図 10 に示すように、駆動用 IDT 24 からの第 2 弾性表面波の進行波と反射器 26、26' で反射された第 2 弾性表面波の反射波との干渉により反射器 26、26' 間に周波数 $f_L (= f_0 - \Delta f)$ の定在波が発生する。

【0068】更に、反射器 25 と反射器 26' との間では周波数 f_H の定在波と周波数 f_L の定在波との干渉により周波数 $f_0 (= (f_L + f_H) / 2)$ の干渉波が発生する。

【0069】上記干渉波により圧電基板 21 の基板表面を振動させた状態で、この圧電基板 21 が回転運動を行なうと、この干渉波にコリオリ力が作用する。このコリオリ力 f_C は、圧電基板 21 の粒子密度 ρ 、楕円運動をしている粒子の振動速度 V 及び圧電基板 21 の回転角速度 Ω に関係し、下記②のベクトル式で表される。なお、②式において、ゴシック体の記号はベクトルであることを示す。

【0070】
【数 1】
$$f_C = -2\rho \cdot V \times \Omega \quad \cdots \cdots ②$$

【0071】今、 $x-y$ 平面が圧電基板 21 の表面にあり、 z 軸を圧電基板 21 の表面の法線方向、 x 軸を干渉波 W の進行方向とする $x-y-z$ の直交座標系を設定すると（図 13 参照）、 $x-z$ 面で楕円運動をしている粒子の振動速度 V は、 x 軸方向の成分 V_x と z 軸方向の成分 V_z とに分離することができる。

【0072】圧電基板 21 が z 軸の回りに回転角速度 Ω_z で回転運動を行なった場合、振動速度成分 V_z の方向と回転軸（ z 軸）方向とが平行であるから、粒子の振動速度成分 V_x に対してのみ、図 11 に示すように、 x 軸と直交する $x-y$ 平面に平行なコリオリ力 $f_{Cy} (= -2\rho \cdot V_x \cdot \Omega_z)$ が作用する。このコリオリ力 f_{Cy} は、干渉波 W に基づく粒子の楕円運動と圧電基板 21 の回転運動との相互作用により干渉波 W に対して 90° 位相がずれて発生し、図 12 に示すように、干渉波 W の伝播に伴いこれに同期して伝播する弾性表面波となる。

【0073】しかし、反射器 27、27' 間は上記コリオリ力 f_{Cy} に基づく弾性表面波（干渉波 W と同一周波数 f_0 で位相が 90° ずれた弾性表面波（以下、第 3 弾性表面波という。）の波長 λ_0 の整数倍となる所定の間隔

に設定されているので、図13に示すように、反射器27、27'間にコリオリ力 f_{cy} に基づく第3弾性表面波Cの定在波が生じる。

【0074】なお、圧電基板21がy軸の回りに回転角速度 Ω_y で回転運動を行なった場合とx軸の回りに回転角速度 Ω_x で回転運動を行なった場合のコリオリ力 f_c は、以下のようになる。

【0075】すなわち、圧電基板21がy軸の回りに回転角速度 Ω_y で回転運動を行なった場合は、回転軸(y軸)方向が両振動速度成分 V_x 、 V_z と直交しているので、両振動速度成分 V_x 、 V_z に対してそれぞれコリオリ力 f_{cz} ($=2\rho \cdot V_x \cdot \Omega_y$)と f_{cx} ($=-2\rho \cdot V_z \cdot$

$$f_c = -2\rho \cdot \{ \Omega_y \cdot V_z \cdot i_x - (\Omega_x \cdot V_z - \Omega_z \cdot V_x) \cdot i_y - \Omega_y \cdot V_x \cdot i_z \}$$

.....③

【0078】上記③式より、コリオリ力 f_c は、x軸、y軸及びz軸の各軸方向の成分の合成力となるが、コリオリ力 f_c の各成分は、圧電基板21の分極方向、検出用電極23及び弾性表面波Wの相互の関係を所定の関係に設定することで分離、検出することができる。

【0079】従って、本実施の形態では、説明の便宜上、圧電基板21がz軸の回りに回転角速度 Ω_z で回転運動を行なった場合を例に以下の説明を行なう。

【0080】図13は、干渉波Wとコリオリ力 f_{cy} により生じたy軸方向に変位する第3弾性表面波Cとの関係を示す図である。

【0081】z軸方向に変位する干渉波Wに対してコリオリ力 f_{cy} により生じたy軸方向に変位する第3弾性表面波Cは位相が90°ずれており、反射器27、27'間で定在波となっている。検出用IDT22は、楕形電極D1、D2が、干渉波Wの節となる位置(すなわち、第3弾性表面波Cの腹となる位置)に形成されているので、第3弾性表面波Cに起因するy軸方向の歪により楕形電極D1と楕形電極D2とが互いに逆方向に変位し(図13の矢印方向参照)、圧電基板21の圧電効果により楕形電極D1と楕形電極D2間にその変位量に応じた電圧 E_{DET} が発生し、この電圧 E_{DET} がコリオリ力 f_{cy} として検出される。

【0082】上記のように、圧電基板21の表面に、コリオリ力 f_{cy} の検出周波数 f_0 より高い周波数 f_H ($=f_0 + \Delta f$)の第1弾性表面波と検出周波数 f_0 より低い周波数 f_L ($=f_0 - \Delta f$)の第2弾性表面波の定在波を発生させ、両弾性表面波の干渉により検出周波数 f_0 の干渉波Wを発生させるとともに、この干渉波Wと圧電基板21の回転運動との相互作用により発生するコリオリ力 f_{cy} に対して専用の反射器27、27'を設けてコリオリ力 f_{cy} に起因する第3弾性表面波Cの定在波を生じさせるようにしたので、第1、第2弾性表面波及び干渉波の影響を受けることなく圧電効果により電圧変換されたコリオリ力 f_{cy} を可及的に高いレベルで検出でき、これ

Ω_y)とが作用し、圧電基板21がx軸の回りに回転角速度 Ω_x で回転運動を行なった場合は、回転軸(x軸)方向が振動速度成分 V_x の方向と平行であるから、粒子の振動速度成分 V_z に対してのみコリオリ力 f_{cy} ($=2\rho \cdot V_x \cdot \Omega_z$)が作用する。

【0076】従って、x軸、y軸及びz軸の各軸方向の単位ベクトルを i_x 、 i_y 、 i_z で表記し、上記②式で示すベクトル式を各方向の成分で表すと、下記③式のようにになる。なお、③式において、ゴシック体の記号はベクトルであることを示す。

【0077】

【数2】

$$f_c = -2\rho \cdot \{ \Omega_y \cdot V_z \cdot i_x - (\Omega_x \cdot V_z - \Omega_z \cdot V_x) \cdot i_y - \Omega_y \cdot V_x \cdot i_z \}$$

.....③

により検出感度を向上させることができる。

【0083】なお、上記実施の形態では、図1に示すように、検出用IDT22の右側では第1弾性表面波に対する反射器25'を最も外側に配置し、検出用IDT22の左側では第2弾性表面波に対する反射器26を最も外側に配置していたが、駆動用IDT23と駆動用IDT24との間に第1弾性表面波と第2弾性表面波との干渉波である第3弾性表面波が生じ得るものであれば、反射器25、25'、反射器26、26'及び反射器27、27'の配置は図1に示す関係位置に限定されるものではない。

【0084】例えば図14に示すように、図1において反射器25'と反射器26'との配置を入れ換えた関係位置にしてもよく、図15に示すように、図1において、射器25と反射器26との配置を入れ換えた関係位置にしてもよい。また、例えば図16に示すように、図14において反射器25'と反射器27'との配置を入れ換えた関係位置にしてもよいが、コリオリ力 f_{cy} に起因する第3弾性表面波の反射器25、25'における透過損失を考慮すると、反射器27、27'は、最も内側に配置するのが好ましい。

【0085】図17は、本発明に係る弾性表面波ジャイロスコープの第2の実施の形態を示す構成図である。

【0086】第2の実施の形態は、検出用IDT22の形成位置の精度を軽減するようにしたもので、図1において、検出用IDT22の出力端子a、a'に検出回路31を接続したものである。

【0087】第1弾性表面波と第2弾性表面波との干渉波とコリオリ力に基づく第3弾性表面波とは周波数が同一で位相が90°だけ異なるため、検出用IDT22が上述した第3弾性表面波の定在波に対する所定位置に正確に形成されていなければ、検出用IDT22の検出信号に干渉波を圧電変換してなる信号の成分が含まれることになる。検出回路31は、検出用IDT22からの検出信号から干渉波に基づく信号成分を除去し、コリオリ

力に基づく信号成分のみを抽出するものである。

【0088】検出回路31は、周波数 f_0 の高周波を発生する高周波発振器32、位相シフタ33及び差動アンプ34から構成されている。高周波発振器32は、高周波発振器3、4と同様に共振周波数 f_0 の弾性表面波共振器 θ を用いた発振器で構成されている。

【0089】位相シフタ33は、高周波発振器32から出力される高周波の検出用IDT22と駆動用IDT23、24との距離差に基づく位相のずれを補正するものである。位相シフタ33は、例えば進相形のオールパスアクティブフィルタからなり、可変抵抗R1により高周波発振器31からの高周波の位相を任意の位相に調整することができる。

【0090】差動アンプ34はオペレーションアンプ34aを用いたもので、このオペレーションアンプ34aの一入力端子に入力抵抗R1、R3を介して位相調整された高周波が入力され、+入力端子に抵抗R4を介して検出用IDT22の検出信号が入力されている。なお、抵抗R3、R5は、それぞれ入力レベル、ゲインを調整するため可変抵抗で構成されている。

【0091】差動アンプ34は、検出用IDT22で検出されたコリオリ力（圧電効果により周波数 f_0 の高周波に変換された信号）のレベル E_{DET} と高周波発振器31から位相シフタ33を介して入力された周波数 f_0 の基準高周波のレベル E_r とのレベル差 $\Delta E (=E_{DET}-E_r)$ を増幅して出力する。

【0092】検出回路31は、予め圧電基板21が回転運動をしていない状態での駆動条件で差動アンプ34からの出力が「0」となるように、高周波発振器31の周波数及び位相シフタ33の位相量が調整されている。

【0093】上記構成において、圧電基板21が回転運動を行なうと、検出用IDT22からコリオリ力を圧電変換してなる周波数 f_0 の高周波が検出され、差動アンプ34からこの高周波の検出レベル E_{DET} と高周波発振器31から入力された周波数 f_0 の基準高周波のレベル E_r とのレベル差 ΔE が増幅されて出力される。

【0094】しかし、検出回路31は、コリオリ力が発生しない状態、すなわち、検出用IDT22から干渉波に基づく信号成分のみが検出される状態で差動アンプ34からの出力が「0」となる（干渉波に基づく信号成分をキャンセルする）ように予め調整されているので、検出用IDT22の検出信号に干渉波に基づく信号成分が含まれていても、検出回路31からはコリオリ力に対応する信号成分のみが出力されることになり、干渉波の影響を受けることはない。

【0095】従って、この検出方法を採用することにより検出用IDT22の位置精度が十分でない場合にも正確にコリオリ力を検出することができる。

【0096】図18は、本発明に係る弾性表面波ジャイロスコープの第3の実施の形態の構成図である。

【0097】第3の実施の形態は、図1において、圧電基板21の表面の検出用IDT22、駆動用IDT23、駆動用IDT24、反射器25、25'、反射器26、26'及び反射器27、27'の配列方向に対して直交する方向（y方向）に、検出用IDT22、駆動用IDT23、駆動用IDT24、反射器25、25'、反射器26、26'及び反射器27、27'と同一構造からなる検出用IDT35、駆動用IDT36、駆動用IDT37、反射器38、38'、反射器39、39'及び反射器40、40'を配置するとともに、高周波発振器3と高周波発振器4の各出力端子b-b'、c-c'をそれぞれ駆動用IDT36と駆動用IDT37に接続したものである。

【0098】第1の実施の形態では、x方向に伝播する弾性表面波を利用しているので、コリオリ力 f_c のy方向成分しか検出できないが、第2の実施の形態では、y方向に伝播する弾性表面波も利用しているので、検出用IDT35の出力端子d-d'からコリオリ力 f_c のx方向成分についても検出できるようになっている。互いに直交させて配置された第1の実施の形態に係るジャイロスコープ1を2個用いても同様の効果が得られるが、第3の実施の形態によれば、同一の圧電基板21上に2個分のジャイロスコープ1を構成しているので、ジャイロスコープの小型化、コンパクト化が可能になる。

【0099】なお、上記実施の形態では、第1、第2の弾性表面波の干渉波と圧電基板21の回転運動との相互作用によるコリオリ力を検出するタイプの弾性表面波ジャイロスコープについて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、圧電基板21に発生させた弾性表面波を反射器で反射して定在波とし、この定在波と圧電基板21の回転運動との相互作用によるコリオリ力を検出する弾性表面波ジャイロスコープについても適用することができる。

【0100】例えば図19に示すように、図21に示す検出素子を有する従来の弾性表面波ジャイロスコープにも適用することができる。

【0101】図19は、図21において、圧電基板100上に弾性表面波共振器 θ （共振周波数は f_0 ）を用いた発振周波数 f_0 のC-Bピアース形高周波発振器32を構成したものである。なお、高周波発振器32のバイアス回路は省略している。高周波発振器32の出力端は駆動用IDT102、103に接続され、周波数 f_0 の高周波が駆動用IDT102、103に印加される。

【0102】高周波発振器32の発振周波数 f_0 が温度変化により（ $f_0+\Delta f_t$ ）にドリフトした場合、反射器104、105の共振周波数 f_0 も（ $f_0+\Delta f_t$ ）にドリフトするので、弾性表面波（定在波）の振幅特性が安定し、コリオリ力の検出感度の温度特性が向上する。

【0103】また、図20に示すように、検出素子に検出回路31を接続するにすれば、反射器104、1

05に対する検出用IDT101の位置精度を低減することができる。図20は、圧電基板21に形成された高周波発振器32の出力端子を駆動用IDT102、103に接続するとともに、検出回路31の位相シフタ33に接続したものである。この実施の形態でも弾性表面波の基づく信号成分は差動アンプ34によりキャンセルされるので、検出用IDT101の検出信号からコリオリ力に対応する信号成分のみを検出することができる。

【0104】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、圧電基板の表面を弾性表面波の定在波により振動させ、この振動と圧電基板の回転運動との相互作用により基板表面に発生したコリオリ力を圧電効果により電気信号に変換して検出する弾性表面波ジャイロスコープにおいて、圧電効果により電圧変換された上記弾性表面波に基づく振動に相当する信号を生成する信号生成手段と、コリオリ力を検出する検出用電極からの検出信号と信号生成手段からの出力信号との差信号を出力する信号出力手段とを設け、検出用電極からの検出信号から振動源である弾性表面波に起因する信号成分を除去するようにしたので、検出用電極からの検出信号に弾性表面波に起因する信号成分が含まれている場合にも正確にコリオリ力を検出することができる。また、これにより、検出用電極の形成位置の精度を低減することが可能となる。

【0105】また、本発明によれば、圧電基板の表面に、第1の弾性表面波を発生させる第1の駆動用電極、第1の弾性表面波と異なる周波数の第2の弾性表面波を発生させる第2の駆動用電極及びコリオリ力に起因する第3の弾性表面波を検出する検出用電極をこの検出用電極を挟んで一列に配列するとともに、第1、第2の駆動用電極の両外側に定在波を発生させるべく第1～第3の弾性表面波をそれぞれ反射する対構造の第1～第3の反射器用電極とを配列し、第1、第2の駆動用電極間に第1、第2の弾性表面波（定在波）の干渉波を発生させ、この干渉波と圧電基板の回転運動との相互作用により生じるコリオリ力（第3の弾性表面波の定在波）に共振させて電圧に変換された電気信号を検出用電極で検出する弾性表面波ジャイロスコープであって、圧電効果により電圧変換された第3の弾性表面波に基づく振動に相当する信号を生成する信号生成手段と、検出用電極からの検出信号と上記信号生成手段からの出力信号との差信号を出力する信号出力手段とを設け、検出用電極からの検出信号から振動源である第3の弾性表面波に起因する信号成分を除去するようにしたので、検出用電極からの検出信号に第3の弾性表面波に起因する信号成分が含まれている場合にも正確にコリオリ力を検出することができ、これにより、検出用電極の形成位置の精度を低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る弾性表面波ジャイロスコープの構

成図である。

【図2】圧電基板に形成された電極構造を示す図である。

【図3】弾性表面波共振器を用いた高周波発振器の基本回路構成を示す図である。

【図4】弾性表面波共振器を用いた高周波発振器の基本回路構成の他の例を示す図である。

【図5】弾性表面波共振器の構造を示す平面図である。

【図6】弾性表面波に対する一対の駆動用IDTの相互の関係位置を示す図である。

【図7】駆動用IDTと反射器との間隔の定義を示す図である。

【図8】金属被膜表面における弾性表面波の波長の短縮を説明するための図である。

【図9】レイリー波における基板表面の粒子の変位を示す図である。

【図10】各反射器間に発生する定在波の周波数を示す図である。

【図11】弾性表面波による粒子の楕円運動に対するコリオリ力の発生方向を示す図である。

【図12】弾性表面波及びコリオリ力に基づく弾性表面波の伝播を示す図である。

【図13】干渉波とコリオリ力 f_{cy} により生じた y 軸方向に変位する第3弾性表面波との関係を示す図である。

【図14】圧電基板に形成された反射器の配置位置の第2の実施の形態を示す図である。

【図15】圧電基板に形成された反射器の配置位置の第3の実施の形態の構成図である。

【図16】圧電基板に形成された反射器の配置位置の第4の実施の形態の構成図である。

【図17】本発明に係る弾性表面波ジャイロスコープの第2の実施の形態の構成図である。

【図18】本発明に係る弾性表面波ジャイロスコープの第3の実施の形態の構成図である。

【図19】本発明に係る弾性表面波ジャイロスコープの第4の実施の形態の構成図である。

【図20】本発明に係る弾性表面波ジャイロスコープの第5の実施の形態の構成図である。

【図21】従来の弾性表面波ジャイロスコープの圧電基板に形成された検出用IDT、駆動用IDT及び反射器を示す図である。

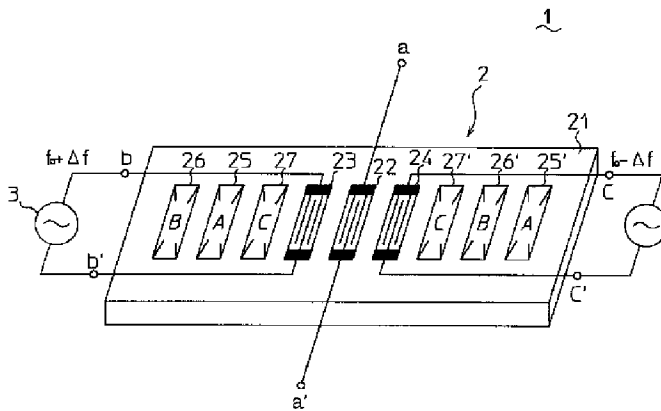
【符号の説明】

- 1 ジャイロスコープ
- 2 検出素子
- 3 高周波発振器（第1の高周波生成手段）
- 4 高周波発振器（第2の高周波生成手段）
- 21, 100 圧電基板
- 22 検出用IDT（検出用電極）
- 23 駆動用IDT（第1の駆動用電極）
- 24 駆動用IDT（第2の駆動用電極）

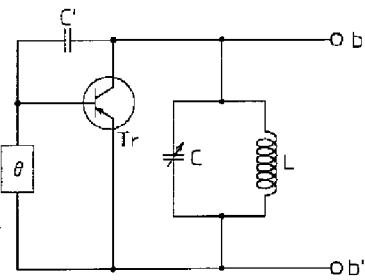
25, 25' 反射器 (第1の反射器用電極)
 26, 26' 反射器 (第2の反射器用電極)
 27, 27' 反射器 (第3の反射器用電極)
 28 IDT
 29, 30 反射器
 31 検出回路
 32 高周波発振器 (高周波生成手段)
 33 位相シフタ (信号生成手段)
 34 差動アンプ (信号出力手段)
 34a オペレーションアンプ

35 検出用 IDT
 36 駆動用 IDT
 37 駆動用 IDT
 38, 38' 反射器
 39, 39' 反射器
 40, 40' 反射器
 101 駆動 IDT (検出用電極)
 102, 103 駆動用 IDT (駆動用電極)
 104, 105 反射器 (反射器用電極)
 θ 弾性表面波共振器

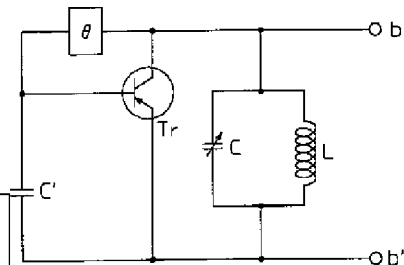
【図1】



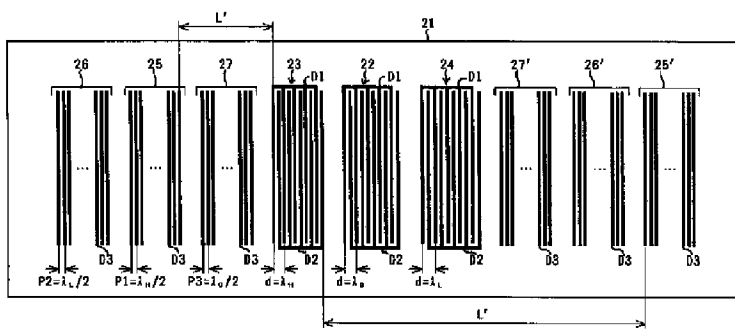
【図3】



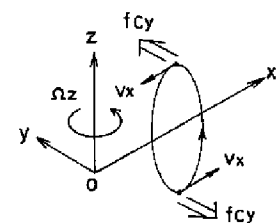
【図4】



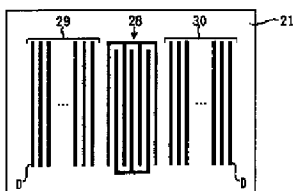
【図2】



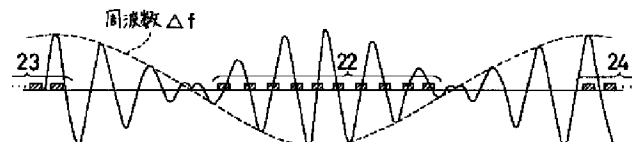
【図11】



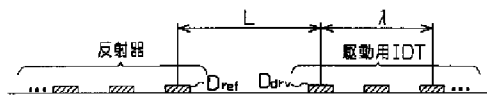
【図5】



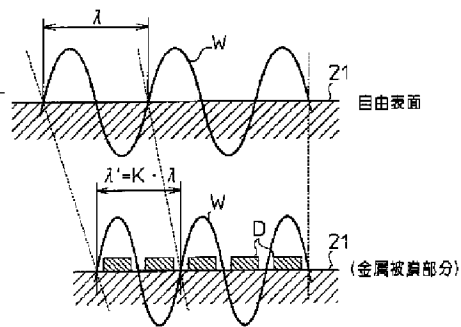
【図6】



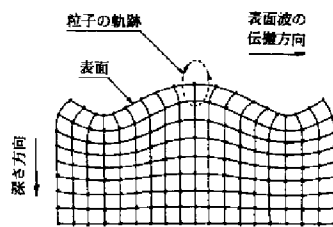
【図7】



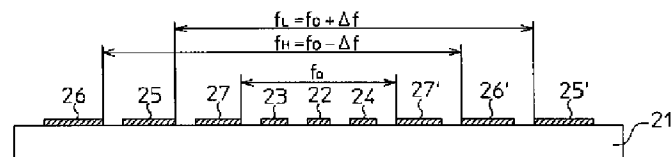
【図8】



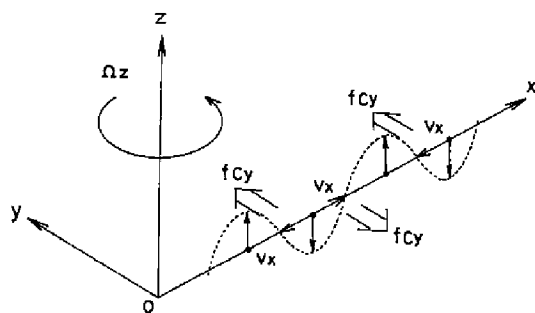
【図9】



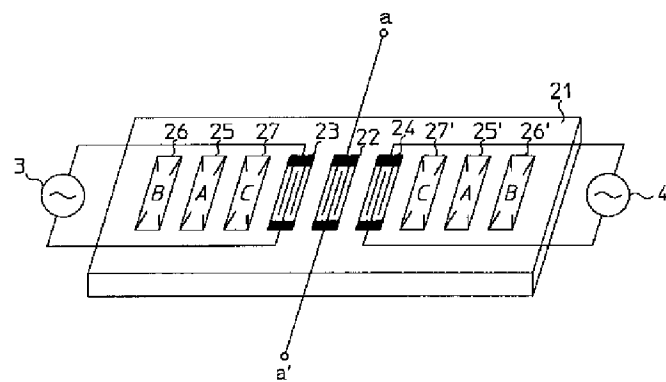
【図10】



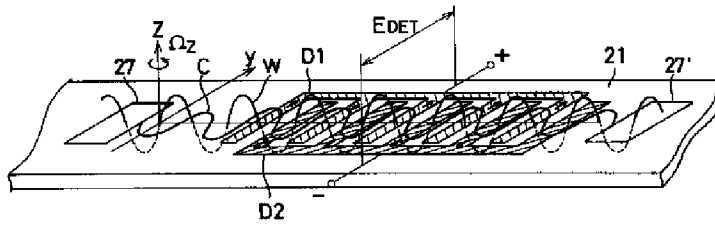
【図12】



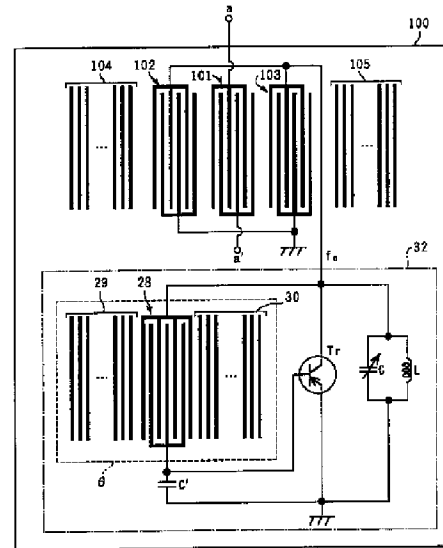
【図14】



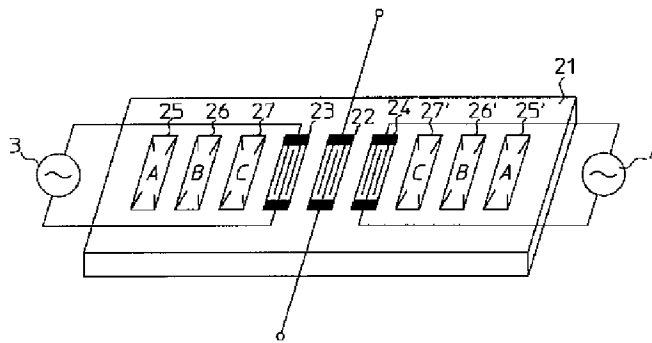
【図 13】



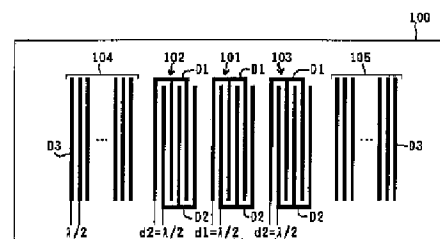
【図 19】



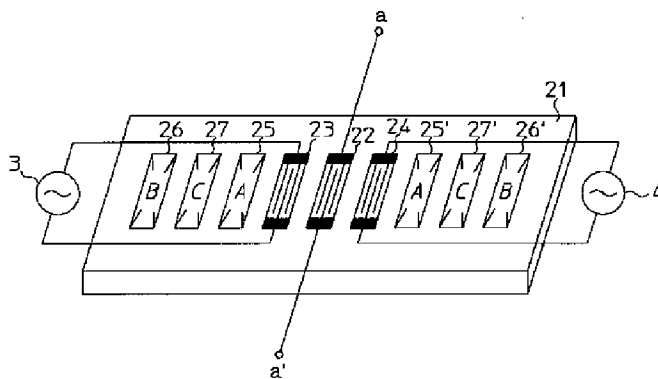
【図 15】



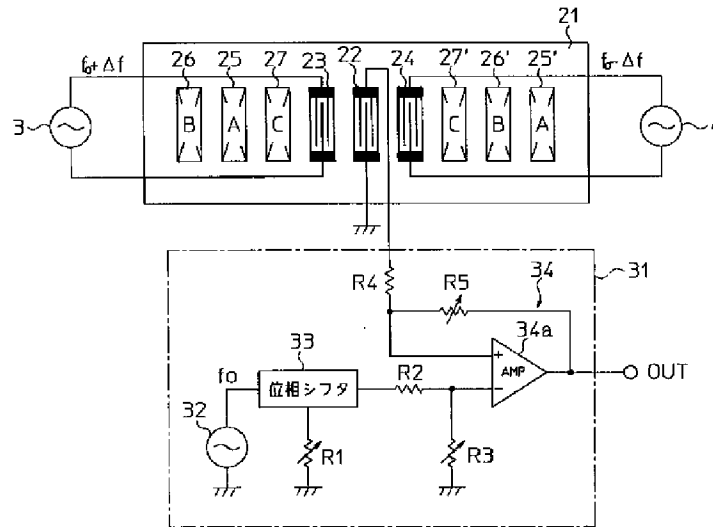
【図 21】



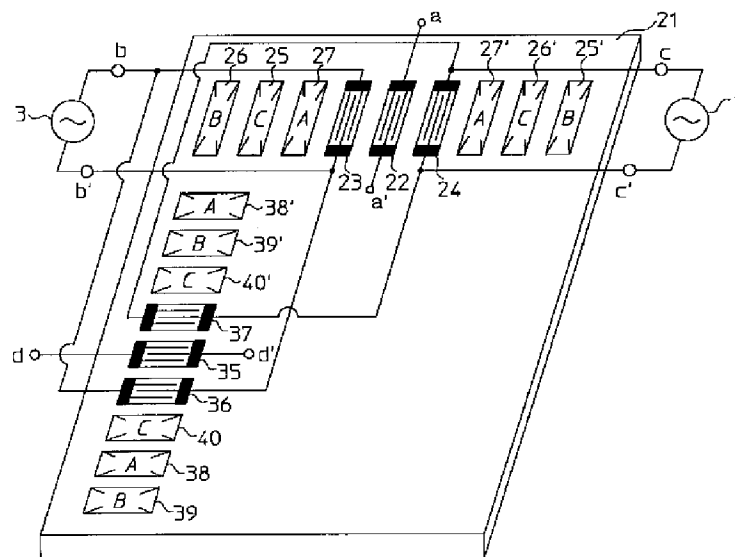
【図 16】



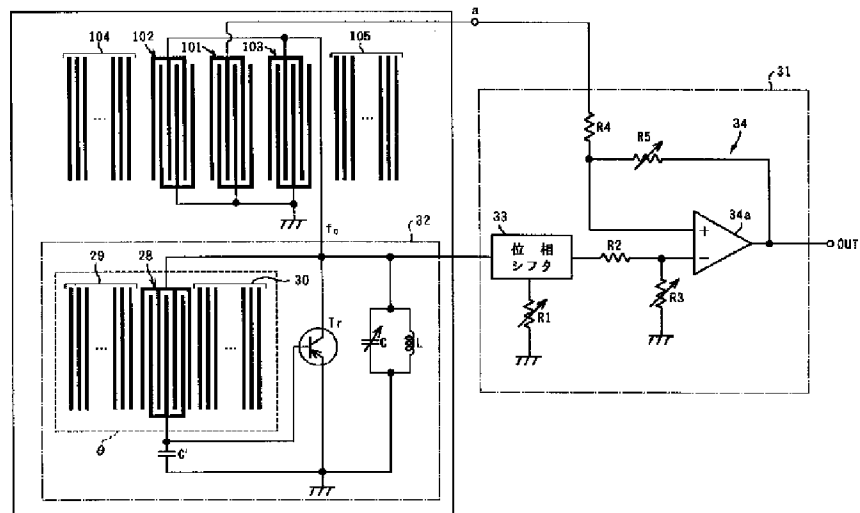
【図 17】



【図 18】



【図 20】



フロントページの続き

(72) 発明者 福田 祥愼
神奈川県川崎市高津区新作 3-8-3

(72) 発明者 樋口 俊郎
神奈川県横浜市都筑区荏田東三丁目 4 番 26 号

(72) 発明者 黒澤 実
神奈川県横浜市緑区すすき野 1-6-11